

(19)



(11)

EP 2 933 056 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.2015 Patentblatt 2015/43

(51) Int Cl.:
B23Q 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15156763.3**

(22) Anmeldetag: **26.02.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Paul Müller GmbH & Co. KG**
Unternehmensbeteiligungen
90411 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder: **Feldmeier, Fritz**
90411 Nürnberg (DE)

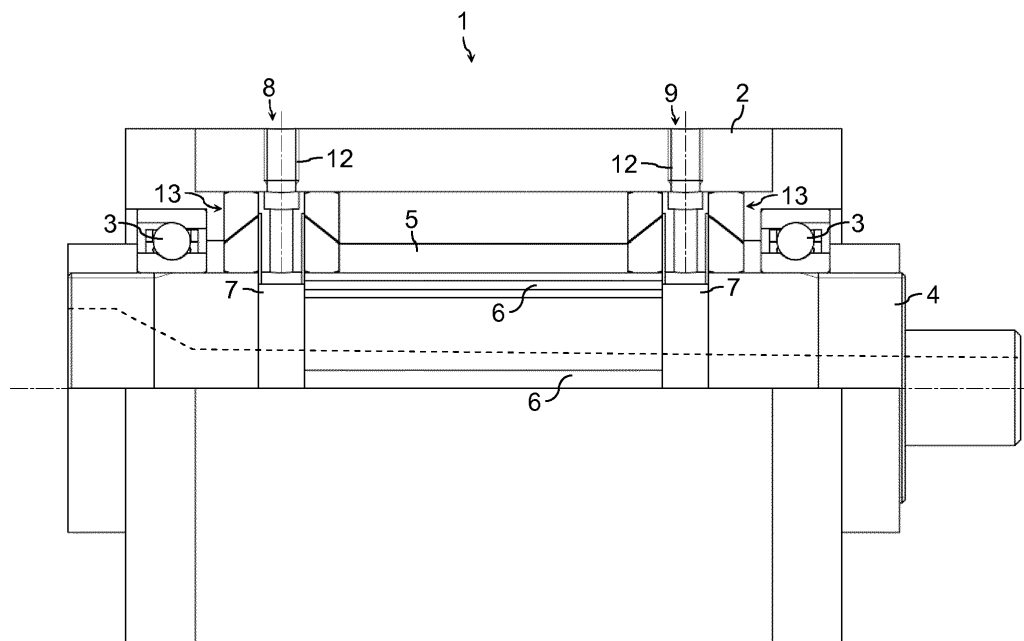
(30) Priorität: **11.04.2014 DE 202014101721 U**

(74) Vertreter: **Lösch, Christoph Ludwig Klaus**
LÖSCH Patentanwälte
Albrecht-Dürer-Platz 4
90403 Nürnberg (DE)

(54) Spindel für eine Werkzeugmaschine mit Kühlkanal

(57) Die Erfindung betrifft eine Spindel (1, 101) für eine Werkzeugmaschine, insbesondere eine Motorspindel, mit einem Gehäuse (2) und einer in dem Gehäuse (2) drehbar gelagerten antreibbaren Welle (4, 104, 204, 304, 404), insbesondere mit einer Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug zur Werkstückbearbeitung, wobei eine

Buchse (5, 105, 505) eine äußere Mantelfläche der Welle (4, 104, 204, 304, 404) umschließt, und wobei im Verbindungsbereich zwischen Buchse (5, 105, 505) und Welle (4, 104, 204, 304, 404) mindestens ein Kühlkanal (6, 106, 206, 306, 406, 506) ausgebildet ist.

**Fig. 1****EP 2 933 056 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Spindel für eine Werkzeugmaschine mit einem Gehäuse und einer in dem Gehäuse drehbar gelagerten, antreibbaren Welle.

[0002] Es besteht allgemein das Bedürfnis, die Welle einer derartigen Spindel zu kühlen, um beispielsweise die Längsausdehnung der Welle zu minimieren, bzw. konstant zu halten. Ist die Spindel als Motorspindel ausgeführt - d.h. die Welle wird durch einen Elektromotor angetrieben - erhöht sich ferner durch die Kühlung der Welle im Allgemeinen der elektrische Wirkungsgrad des Elektromotors.

[0003] Die Verwirklichung der Wellenkühlung als (von einem Kühlmedium durchflossene) Durchgangsbohrung in axialer Richtung der Welle ist jedoch meist nicht sinnvoll, weil mindestens ein Wellenende aufgrund der Befestigung des Werkzeugs oder eines antreibbaren Bauteils an diesem verschlossen ist. Eine innerhalb der Welle angeordnete Kühleinrichtung ist technisch aufwändig, da mindestens zwei Längsbohrungen in der Welle vorhanden sein müssen, um eine Kühlmittelzirkulation zu ermöglichen. Außerdem kann eine derartige Kühleinrichtung die Wellensteifigkeit und das dynamische Verhalten der Spindel negativ beeinflussen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine wirksame Kühlung der Spindel auf konstruktiv einfache Weise zu bewerkstelligen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Spindel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0006] Die erfindungsgemäße Spindel für eine Werkzeugmaschine, weist ein Gehäuse und eine in dem Gehäuse drehbar gelagerte antreibbare Welle auf. Eine Buchse umschließt eine äußere Mantelfläche der Welle und im Verbindungsbereich zwischen Buchse und Welle ist mindestens ein Kühlkanal ausgebildet.

[0007] Auf diese Weise kann der Kühlkanal auf konstruktiv einfache Weise entweder in der Innenwandung der Buchse oder auf der äußeren Mantelfläche der Welle ausgebildet werden. Auf Längsbohrungen innerhalb der Welle kann folglich verzichtet werden. Auch ist eine Zugänglichkeit der Wellenenden nicht nötig, da eine seitliche Zuführung von Kühlmittel möglich ist.

[0008] In einer vorteilhaften Ausführungsform endet der Kühlkanal mit einem ersten Endbereich in einem ersten, in Umfangsrichtung der Welle ausgebildeten Ringkanal und mit einem zweiten Endbereich in einem zweiten, in Umfangsrichtung der Welle ausgebildeten Ringkanal. Die Ringkanäle stellen eine konstruktiv einfache Lösung zur Zufuhr und Abfuhr des den Kühlkanal durchfließenden Kühlmittels dar.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Spindel einen im Gehäuse ausgebildeten Kühlmittelzulauf und einen im Gehäuse ausgebildeten Kühlmittelablauf auf. Der Kühlmittelzulauf und der Kühlmittelablauf sind über ein Dichtsystem, insbesondere über eine berührungslose Dichtung, entweder mit dem Kühlkanal oder mit dem ersten oder zweiten Ringkanal verbunden. Die Kühlflüssigkeit wird also über das Dichtsystem an einem Ende der Buchse zugeführt, nimmt während des Durchlaufens des Kühlkanals Wärme auf und strömt durch das andere Dichtsystem am anderen Ende der Buchse wieder ab. Durch eine berührungslose Dichtung können Wellen auch bei hohen Wellendrehzahlen bzw. hohen Umfangsgeschwindigkeiten (z.B. Umfangsgeschwindigkeit an der Dichtstelle > 15 m/s) betrieben werden.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist der Kühlkanal als Wendel ausgebildet. Auf diese Weise kann die Kühlstrecke erheblich verlängert werden. Ein Extremfall eines derartigen Kühlkanals wäre die Ausgestaltung des wendelförmigen Kühlkanals als Kühlkanal in Form eines eingängigen Steilgewindes. Als besonders vorteilhaft haben sich auch Kühlkanäle in Form von mehrgängigen Wendeln herausgestellt.

[0011] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist ein erster Kühlkanal als rechtsgängiger Wendel ausgebildet ist und ein weiterer Kühlkanal als linksgängiger Wendel. Derartige überlagerte rechts- und linksgängige Wendel sind insbesondere bei Wellen mit häufiger Drehrichtungskehr von Vorteil.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Kühlkanal als Nut in axialer Richtung der Welle ausgebildet. Derartig geformte Kühlkanäle sind besonders einfach herzustellen.

[0013] Der Kühlkanal und die Ringkanäle können sowohl in die Innenwandung der Buchse als auch in die äußere Mantelfläche der Welle eingearbeitet sein. Ferner können der Kühlkanal und die Ringkanäle einen rechteckigen, halbrunden oder dreieckigen Querschnitt aufweisen.

[0014] In vorteilhafter Weise ist die Buchse flüssigkeitsdicht mit der äußeren Mantelfläche der Welle verbunden, sodass ein den Kühlkanal durchfließendes Kühlmittel lediglich über den Kühlmittelablauf entweichen kann. Als besonders vorteilhafte, flüssigkeitsdichte Verbindung, die zugleich fertigungstechnisch einfach herstellbar ist, hat sich ein Presssitz zwischen der Buchse und der Welle herausgestellt.

[0015] In bevorzugter Weise ist die Spindel als Motorspindel ausgebildet und/oder die Welle weist eine Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug zur Werkstückbearbeitung auf.

[0016] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungsfiguren weiter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Teilschnittansicht einer ersten Ausführungsform einer Spindel;

Fig. 2 eine Teilschnittansicht einer zweite Ausführungsform der Spindel;

Fig. 3 eine Welle mit als Wendel ausgebildeten Kühlkanälen;

5 Fig. 4 eine weitere Welle mit als Wendel ausgebildeten Kühlkanälen;

Fig. 5 eine Welle mit als rechts- und linksgängige Wendel ausgebildeten Kühlkanälen; und

Fig. 6 eine Buchse mit Kühlkanälen, die als Nut in axialer Richtung der Buchse ausgebildet sind.

10

[0017] Gleiche oder gleichwirkende Teile sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] Fig. 1 zeigt in einer Teilschnittansicht eine Spindel 1 mit einer in einem Gehäuse 2 über zwei Kugellager 3 beidseitig drehbar gelagerten Welle 4. Auf der Welle 4 ist eine Buchse (Hülse) 5 aufgedrückt/aufgeschraubt, d.h. zwischen Welle 4 und Buchse 5 bildet sich in einem Verbindungsbereich eine drehfeste Verbindung aus (Presssitz).
15 Auf diese Weise wird eine fluiddichte Verbindung zwischen Welle 4 und Buchse 5 hergestellt.

[0019] Im Verbindungsbereich sind auf der äußeren Mantelfläche der Welle 4 mehrere als axiale (d.h. in axialer Richtung der Welle verlaufende) Nute ausgebildete Kühlkanäle 6 vorhanden. Die Kühlkanäle 6 sind gleichmäßig über die äußere Mantelfläche der Welle 4 verteilt und parallel zueinander angeordnet. Die Kühlkanäle 6 enden jeweils beidseitig in je einem Ringkanal 7. Der Ringkanal 7 ist jeweils als umlaufender Einstich um die Welle 4 ausgebildet.

20 **[0020]** Im Gehäuse 2 der Spindel sind ein Kühlmittelzulauf 8 und ein Kühlmittelablauf 9 ausgebildet. Der Kühlmittelzulauf 8 bzw. der Kühlmittelablauf 9 bestehen jeweils im Wesentlichen aus einer Bohrung 12 innerhalb des Gehäuses, die in radialer Richtung der Welle 4 orientiert ist, und über ein Dichtsystem 13 mit dem jeweils zugehörigen Ringkanal 7 derart verbunden ist, dass ein im Kühlmittelzulauf 8 einströmendes Kühlfluid über die (erste) Bohrung 12, das (erste) Dichtsystem 13, den (ersten) Ringkanal 7, die Kühlkanäle 6, den (zweiten) Ringkanal 7, das (zweite) Dichtsystem 13 und die (zweite) Bohrung 12 zum Kühlmittelablauf 9 strömt. Die Dichtsysteme 13 sind hierbei als sogenannte berührungslose Dichtung ausgebildet.

25 **[0021]** Fig. 2 zeigt in einer Teilschnittansicht eine Spindel 101. Die Spindel 101 unterscheidet sich von der in Fig. 1 dargestellten Spindel 1 insbesondere in der Gestaltung der Welle, der Buchse, der Kühlkanäle und des Dichtsystems. Die Spindel 101 weist eine in einem Gehäuse 2 über zwei Kugellager 3 beidseitig drehbar gelagerten Welle 104 auf. Auf der Welle 104 ist eine Buchse 105 aufgedrückt/aufgeschraubt, d.h. zwischen Welle 104 und Buchse 105 bildet sich in einem Verbindungsbereich eine drehfeste Verbindung aus (Presssitz). In diesem Verbindungsbereich sind auf der Innenwandung der Buchse 105 mehrere als axiale (d.h. in axialer Richtung der Welle verlaufende) Nute ausgebildete Kühlkanäle 106 vorhanden. Die Kühlkanäle 106 sind gleichmäßig über die Innenwandung der Buchse 105 verteilt und parallel zueinander angeordnet.

35 **[0022]** Über Dichtsysteme 113 sind der Kühlmittelzulauf 8 und der Kühlmittelablauf 9 derart mit den Kühlkanälen 106 verbunden, dass ein im Kühlmittelzulauf 8 einströmendes Kühlfluid über die (erste) Bohrung 12, das (erste) Dichtsystem 113, die Kühlkanäle 106, das (zweite) Dichtsystem 113 und die (zweite) Bohrung 12 zum Kühlmittelablauf 9 strömt. Die Dichtsysteme 113 sind hierbei als sogenannte berührungslose Dichtung ausgebildet und besitzen jeweils einen Innenring 114 und einen Außenring 115. Der fest mit der Welle 4 verbundene Innenring 114 ist mit Aussparungen 116 und einem abgeschrägten Ringkanal 117 versehen, sodass ein ungestörter Fluss des Kühlmittels durch die Kühlkanäle 106 gegeben ist. Der Außenring 115 ist fest mit dem Gehäuse 2 verbunden.

40 **[0023]** Fig. 3 bis Fig. 5 zeigen jeweils Wellen mit als Wendel ausgebildeten Kühlkanälen. Die in Fig. 3 dargestellte Welle 204 weist mehrere wendelförmige Kühlkanäle 206 mit einer relativ großen Steigung auf. Die in Fig. 4 dargestellten Kühlkanäle 306 der Welle 304 weisen eine geringere Steigung auf. Fig. 5 zeigt eine Welle 404 mit als rechtsgängige und linksgängige Wendel ausgebildete Kühlkanäle 406. Die Kühlkanäle 206, 306, 406 enden jeweils endseitig in Ringkanäle 207, 307 bzw. 407.

[0024] Fig. 6 zeigt eine Buchse 505 mit Kühlkanälen 506, die als Nute in der Innenwandung der Buchse ausgebildet sind und in axialer Richtung der Buchse 505 verlaufen.

50 BEZUGSZEICHENLISTE

[0025]

1, 101	Spindel
2	Gehäuse
3	Kugellager
4, 104, 204, 304, 404	Welle
5, 105, 505	Buchse

	6, 106, 206, 306, 406, 506	Kühlkanal
	7, 207, 307, 407	Ringkanal
	8	Kühlmittelzulauf
	9	Kühlmittelablauf
5	12	Bohrung
	13, 113	Dichtsystem
	114	Innenring
	115	Außenring
	116	Aussparung
10	117	Ringkanal

Patentansprüche

- 15 1. Spindel (1, 101) für eine Werkzeugmaschine, insbesondere Motorspindel, mit einem Gehäuse (2) und einer in dem Gehäuse (2) drehbar gelagerten antreibbaren Welle (4, 104, 204, 304, 404), insbesondere mit einer Werkzeugaufnahme für ein Werkzeug zur Werkstückbearbeitung, wobei eine Buchse (5, 105, 505) eine äußere Mantelfläche der Welle (4, 104, 204, 304, 404) umschließt, und wobei im Verbindungsbereich zwischen Buchse (5, 105, 505) und Welle (4, 104, 204, 304, 404) mindestens ein
20 Kühlkanal (6, 106, 206, 306, 406, 506) ausgebildet ist.
2. Spindel nach Anspruch 1, wobei der Kühlkanal (6, 206, 306, 406, 506) mit einem ersten Endbereich in einem ersten, in Umfangsrichtung der Welle ausgebildeten Ringkanal (7, 207, 307, 407) und mit einem zweiten Endbereich in einem zweiten, in Umfangsrichtung der Welle ausgebildeten Ringkanal (7, 207, 307, 407) endet.
25
3. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweisend einen im Gehäuse (2) ausgebildeten Kühlmittelzulauf (8) und einen im Gehäuse (2) ausgebildeten Kühlmittelablauf (9), wobei der Kühlmittelzulauf (8) und der Kühlmittelablauf (9) über ein Dichtsystem (13, 113), insbesondere über eine berührungslose Dichtung, mit dem Kühlkanal (106) oder, falls rückbezogen auf Anspruch 2, mit dem ersten bzw.
30 zweiten Ringkanal (7, 207, 307, 407) verbunden sind.
4. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kühlkanal (206, 306, 406) als Wendel ausgebildet ist.
5. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein erster Kühlkanal als rechtsgängiger Wendel ausgebildet ist und ein weiterer Kühlkanal als linksgängiger Wendel ausgebildet ist.
35
6. Spindel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Kühlkanal (6, 106) als Nut in axialer Richtung der Welle (4) ausgebildet ist.
7. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kühlkanal (106, 506) und, falls rückbezogen auf Anspruch 2, die Ringkanäle in die Innenwandung der Buchse (105, 505) eingearbeitet sind.
40
8. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kühlkanal (6, 206, 306, 406) und, falls rückbezogen auf Anspruch 2, die Ringkanäle (7, 207, 307, 407) in die äußere Mantelfläche der Welle (4, 204, 304, 404) eingearbeitet sind.
45
9. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kühlkanal (6, 206, 306, 406, 506) einen rechteckigen, halbrunden oder dreieckigen Querschnitt aufweist.
- 50 10. Spindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Buchse (5, 105, 505) durch einen Presssitz mit der äußeren Mantelfläche der Welle (4, 104, 204, 304, 404) verbunden ist.

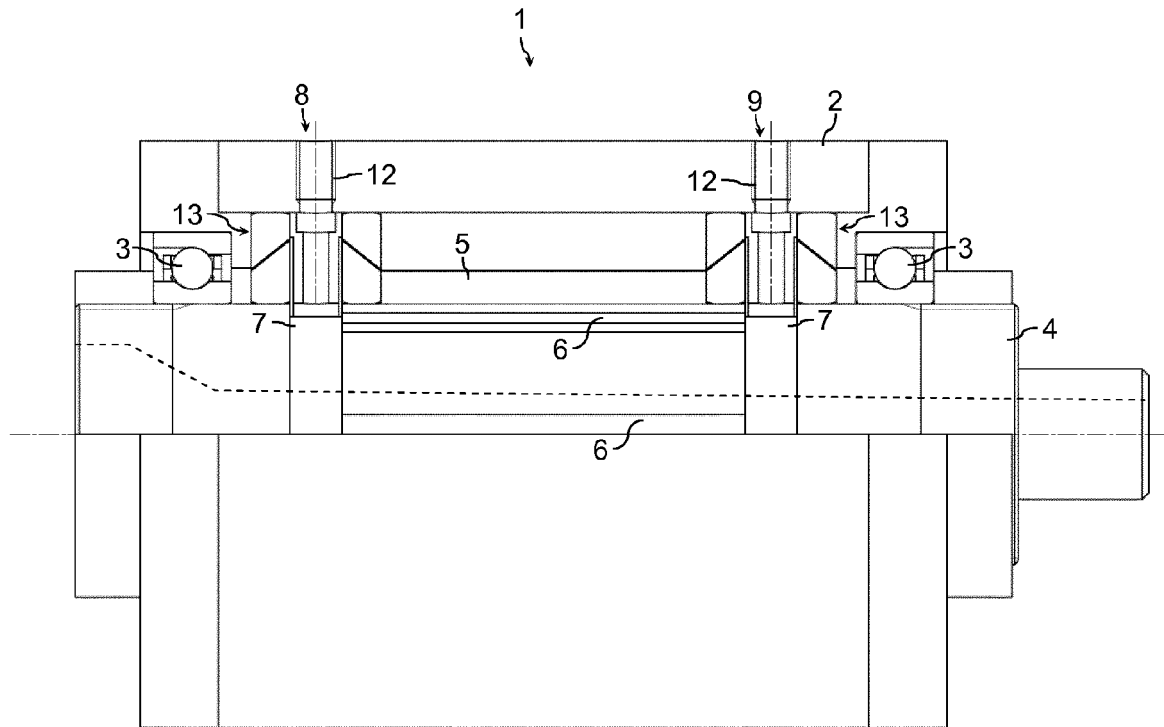


Fig. 1

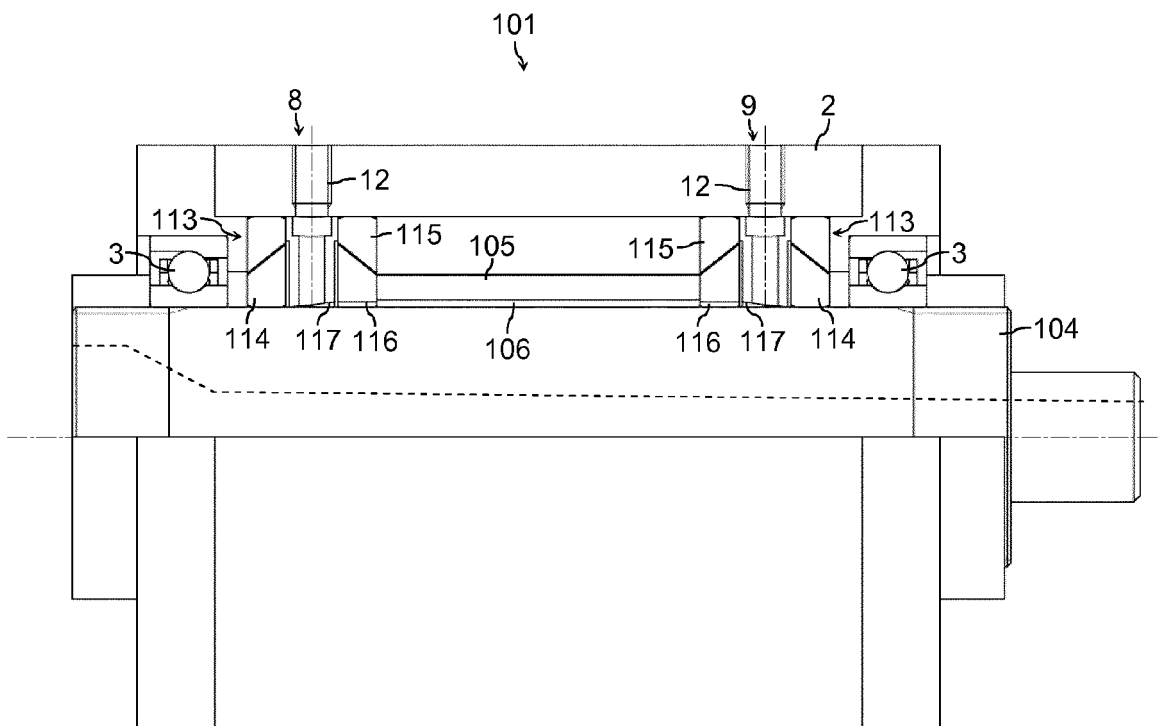


Fig. 2

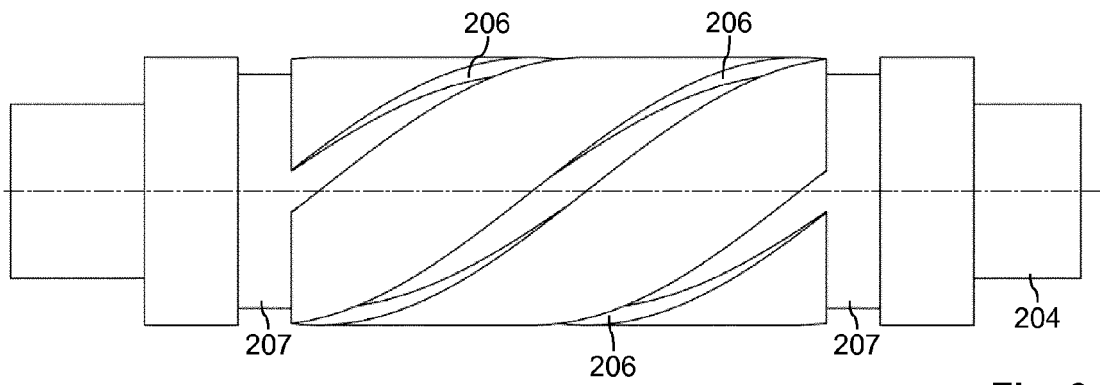


Fig. 3

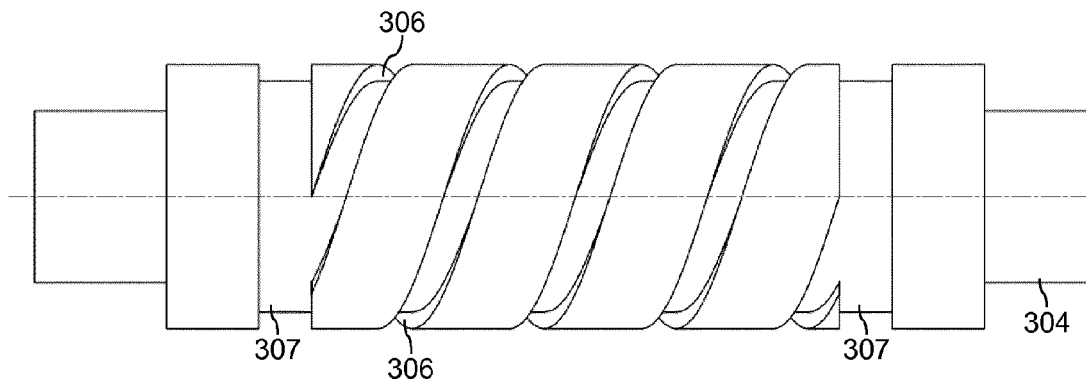


Fig. 4

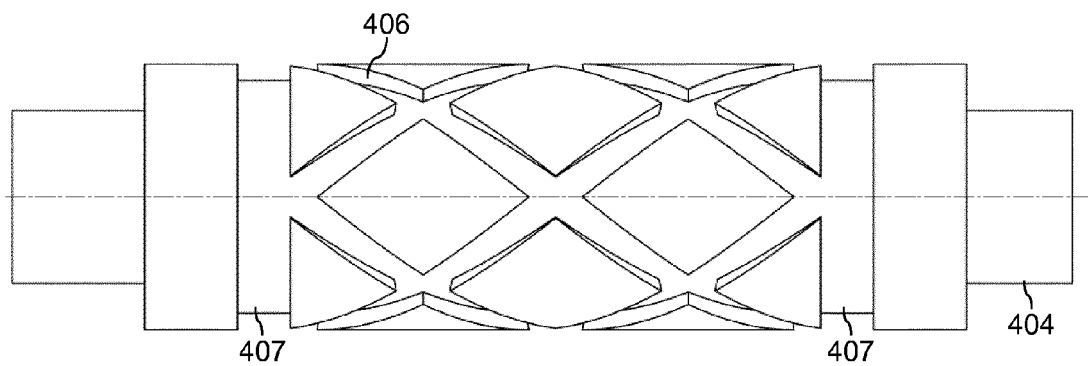


Fig. 5

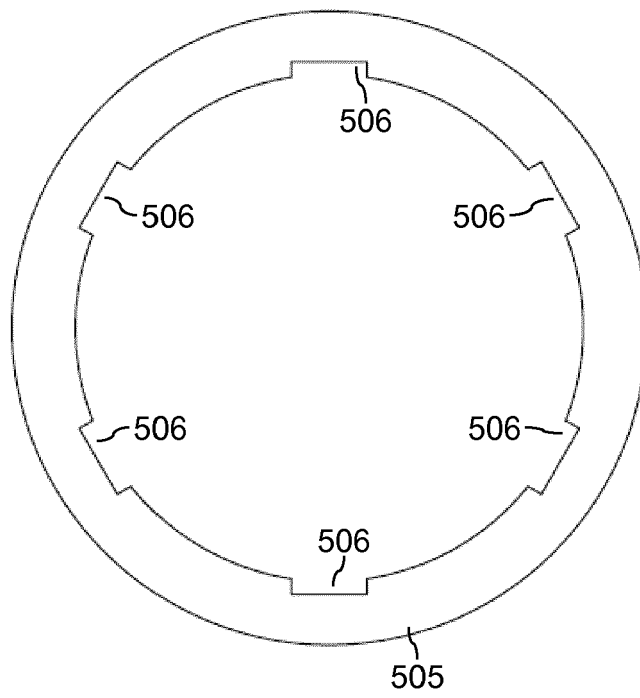


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 15 6763

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H09 317778 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 9. Dezember 1997 (1997-12-09)	1-4,6,7,9	INV. B23Q11/00
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 5-13 *	5	
X	DE 42 36 542 A1 (MAGDEBURG WERKZEUGMASCH [DE]) 5. Mai 1994 (1994-05-05) * das ganze Dokument *	1-3,10	
X	JP H06 31585 A (MORI SEIKI SEISAKUSHO KK) 8. Februar 1994 (1994-02-08)	1,3,4,8-10	
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1, 3 *	5	
Y	DE 10 2012 201576 A1 (OKUMA MACHINERY WORKS LTD [JP]) 30. August 2012 (2012-08-30) * Abbildung 1 *	5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B23Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. September 2015	Prüfer Antolí Jover, Jordi
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 6763

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-09-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H09317778	A	09-12-1997	KEINE	

DE 4236542	A1	05-05-1994	KEINE	

JP H0631585	A	08-02-1994	KEINE	

DE 102012201576	A1	30-08-2012	CN 102649165 A	29-08-2012
			DE 102012201576 A1	30-08-2012
			JP 5690613 B2	25-03-2015
			JP 2012176454 A	13-09-2012
			US 2012219374 A1	30-08-2012

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82